

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-075169

(43)Date of publication of application : 14.03.2000

(51)Int.Cl.

G02B 6/42

(21)Application number : 10-243956

(71)Applicant : NEC ENG LTD

(22)Date of filing : 28.08.1998

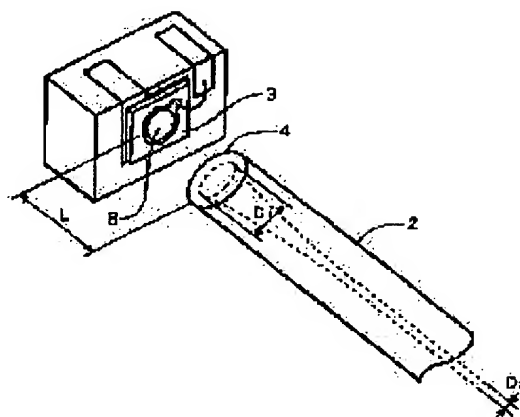
(72)Inventor : ARAI YASUMICHI

## (54) RECEPTACLE SYSTEM SURFACE MOUNT TYPE LIGHT RECEIVING MODULE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a receptacle system surface mount type light receiving module sufficiently securing tolerance even for a light receiving element such as an ADP with a small light receiving diameter and without causing problems on reliability and manufacturing yield caused by light receiving module assembly precision.

**SOLUTION:** Relating to the receptacle system surface mount type light receiving module consisting of a receptacle 6 attachably/detachably connecting a connector of an optical fiber constituting an optical transmission line, a short fiber 2 having a prescribed length coaxially fitted with a ferrule 1, the light receiving element 3 arranged oppositely to the inner end surface 4 of the short fiber 2 at a prescribed interval and a vessel integrally housing/fixing them, a single mode fiber(SMF) is used as the short fiber 2. In such a case, the mode field diameter  $D_1$  of the inner end surface 4 of the side opposite to the light receiving element 3 of the single mode fiber constituting the short fiber 2 is preferably enlarged by thermal diffusion.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

13.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-75169

(P 2 0 0 0 - 7 5 1 6 9 A)

(43) 公開日 平成12年3月14日(2000.3.14)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

G02B 6/42

識別記号

F I

G02B 6/42

ターマコード (参考)

2H037

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全4頁)

(21) 出願番号 特願平10-243956

(22) 出願日 平成10年8月28日(1998.8.28)

(71) 出願人 000232047

日本電気エンジニアリング株式会社

東京都港区芝浦三丁目18番21号

(72) 発明者 新井 康倫

東京都港区芝浦三丁目18番21号 日本電気

エンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 100106563

弁理士 中井 潤

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA13 CA04 CA07 DA04

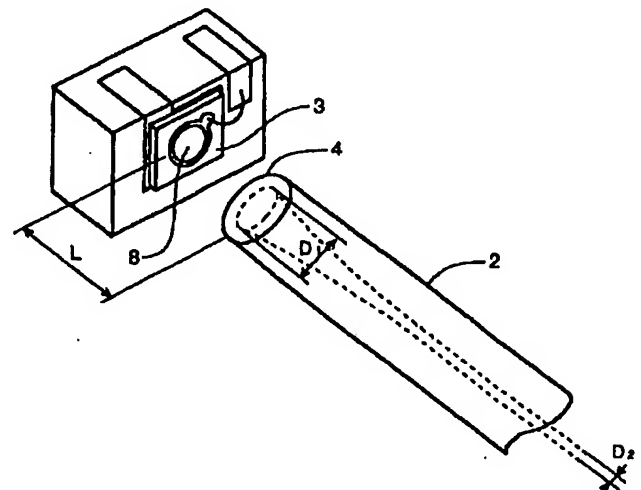
DA06 DA33 DA35

(54) 【発明の名称】 レセプタクル式表面実装型受光モジュール

(57) 【要約】

【課題】 受光径の小さなAPDなどの受光素子に対しても十分なトレランスを確保することができ、受光モジュール組立精度に起因して生ずる信頼性及び製造歩留り上の問題を生ずることのないレセプタクル式表面実装型受光モジュールを提供する。

【解決手段】 光伝送路を構成する光ファイバのコネクタを着脱自在に接続するレセプタクル6と、フェルール1が同軸に取り付けられた所定長さからなる短尺ファイバ2と、該短尺ファイバ2の内端面4と所定の間隔において対向配置された受光素子3と、これらを一体的に收容固定する容器7とからなるレセプタクル式表面実装型受光モジュールにおいて、短尺ファイバ2として単一モードファイバ(SMF)を用いる。短尺ファイバ2を構成する単一モードファイバの受光素子3と対向する側の内端面4のモードフィールド径 $D_1$ を熱拡散によって拡大することが好適である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光伝送路を構成する光ファイバのコネクタを着脱自在に接続するレセプタクルと、フェルールが同軸に取り付けられた所定長さからなる短尺ファイバと、該短尺ファイバの内端面と所定の間隔をおいて対向配置された受光素子と、前記レセプタクルと前記短尺ファイバと前記受光素子とを一体的に収容固定する容器とからなるレセプタクル式表面実装型受光モジュールにおいて、

前記短尺ファイバとして単一モードファイバを用いたことを特徴とするレセプタクル式表面実装型受光モジュール。

【請求項2】 前記短尺ファイバを構成する前記単一モードファイバの前記受光素子と対向する側の内端面のモードフィールド径を熱拡散によって拡大したことを特徴とする請求項1記載のレセプタクル式表面実装型受光モジュール。

【請求項3】 前記受光素子としてアバランシェ・フォトダイオードを用いるとともに、前記短尺ファイバを構成する前記単一モードファイバの長さを10mm、該単一モードファイバの前記アバランシェ・ダイオードと対向する側の内端面のモードフィールド径を20~40 $\mu$ m、かつ、該内端面とアバランシェ・ダイオードの受光面との間隔を100 $\mu$ mとしたことを特徴とする請求項2記載のレセプタクル式表面実装型受光モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光伝送路を構成する光ファイバを通じて送られてくる光信号を受信するためのレセプタクル式表面実装型受光モジュールに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、この種の受光モジュールにおける光結合系は、レンズ結合または直接結合によって受光素子と光ファイバを結合している。直接結合は、レンズ結合に比べて小型化及び薄型化に有利であり、主に表面実装型受光モジュールで採用されている。特に、光ファイバのコネクタを着脱自在とするための口金を備えた、いわゆるレセプタクル式表面実装型受光モジュールは、ユーザレベルでの実装作業と取り扱い性に優れるため、広く用いられている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記レセプタクル式表面実装型受光モジュール（以下、単に「受光モジュール」と略称する）は、光伝送路を構成する光ファイバのコネクタを着脱自在に接続するレセプタクルと、外端面外周囲に光信号導入用のフェルールが同軸に取り付けられた所定長さからなる短尺ファイバと、該短尺ファイバの内端面と所定の間隔をおいて対向配置された受光素子と、これらを一体的に収容固定する容器とから構成さ

れ、短尺ファイバとしては多モードファイバ(MMF)が用いられるとともに、受光素子として受光径80 $\mu$ m程度の受光素子を使用しているのが一般的である。

【0004】 このように大きな受光径からなる受光素子であれば、開口数の大きな多モードファイバからなる短尺ファイバを用いて直接結合しても、受光素子に対する位置ずれトレランス（以下、単に「トレランス」という）は十分であり、受光モジュールの組立精度に起因する信頼性及び製造歩留り上の問題を生ずるようなことはなかった。

【0005】 しかし、受光径が小さな受光素子を用いた場合には、多モードファイバの開口数では十分なトレランスを確保することができず、信頼性及び製造歩留り上の問題を生ずる。例えば、アバランシェ・フォトダイオード（以下、「APD」という）は、高速・長距離伝送に有利な受光素子であるが、その受光径は30~50 $\mu$ m程度である。したがって、短尺ファイバとして多モードファイバを使用した場合には、多モードファイバから受光素子に向けて出射されるレーザ光の広がりも前述したように50 $\mu$ m程度であるため、十分なトレランスを確保することが難しい。特に、受光径が30 $\mu$ m程度のAPDを使用する場合には、そのままでは結合効率が極端に低下してしまう。

【0006】 そこで、本発明は上記従来技術における問題点に鑑みてなされたものであって、受光径の小さなAPDなどの受光素子に対しても十分なトレランスを確保することができ、受光モジュール組立精度に起因して生ずる信頼性及び製造歩留り上の問題を生ずることのないレセプタクル式表面実装型受光モジュールを提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 請求項1記載の発明は、光伝送路を構成する光ファイバのコネクタを着脱自在に接続するレセプタクルと、フェルールが同軸に取り付けられた所定長さからなる短尺ファイバと、該短尺ファイバの内端面と所定の間隔をおいて対向配置された受光素子と、前記レセプタクルと前記短尺ファイバと前記受光素子とを一体的に収容固定する容器とからなるレセプタクル式表面実装型受光モジュールにおいて、前記短尺ファイバとして単一モードファイバを用いたことを特徴とする。

【0008】 請求項2記載の発明は、前記短尺ファイバを構成する前記単一モードファイバの前記受光素子と対向する側の内端面のモードフィールド径を熱拡散によって拡大したことを特徴とする。

【0009】 請求項3記載の発明は、前記受光素子としてアバランシェ・フォトダイオードを用いるとともに、前記短尺ファイバを構成する前記単一モードファイバの長さを10mm、該単一モードファイバの前記アバランシェ・ダイオードと対向する側の内端面のモードフィー

ルド径を20~40 $\mu$ m、かつ、該内端面とアバランシェ・ダイオードの受光面との間隔を100 $\mu$ mとしたことを特徴とする。

【0010】そして、請求項1記載の発明によれば、短尺ファイバとして単一モードファイバを用いており、単一モードファイバの開口数は多モードファイバの開口数よりも小さいので、短尺ファイバから受光素子に向けて出射されるレーザ光の広がり小さくなり、受光素子に対する十分なトレランスを得ることができる。このため、受光径の小さな受光素子であっても使用可能となる。

【0011】請求項2記載の発明によれば、前記短尺ファイバを構成する前記単一モードファイバの前記受光素子と対向する側の内端面のモードフィールド径を熱拡散によって拡大し、開口数をさらに小さくしているので、射出されるレーザ光の広がりをさらに小さくすることができ、受光径30~50 $\mu$ m程度の受光素子でも使用可能となる。

【0012】請求項3記載の発明によれば、受光モジュールの受光素子として高速・長距離伝送に最適なAPDを用いることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】次に、本発明にかかるレセプタクル式表面実装型受光モジュールの実施の形態の具体例を図1乃至図3を参照しながら説明する。

【0014】図2に示すように、容器7内には、フェルル1が同軸に取り付けられた長さ10mmの短尺ファイバ2が配置されるとともに、図1に示すように、受光素子3が短尺ファイバ2の内端面4との間隔Lが100 $\mu$ mとなるように光軸延長線上に対向配置され、短尺ファイバ2と直接結合されている。また、短尺ファイバ2の外端面5には、光伝送路を構成する図示しない光ファイバのコネクタが接続され、図2に示すように、レセプタクル6によって着脱自在に結合できるように構成されている。

【0015】上記フェルル1、短尺ファイバ2、受光素子3及びレセプタクル6は容器7内に気密に封止固定されており、光伝送路から送られてくる光信号（レーザ光）を短尺ファイバ2の外端面5から導入し、内端面4から受光素子3に向けて出射するように構成されている。

【0016】本発明は、このような構造になる受光モジュールにおいて、図1に示すように、前記受光素子3としてその受光面8の径が30~50 $\mu$ mからなるアバランシェ・フォトダイオード（APD）を用いるとともに、前記短尺ファイバ2として単一モードファイバ（SMF）を用い、さらに、前記受光素子3を構成するAPDと対向する側の短尺ファイバ2の内端面4のモードフィールド径 $D_1$ を20~40 $\mu$ mとしたものである。

【0017】尚、光伝送路を構成する光ファイバが接続

される短尺ファイバ2の外端面5側のモードフィールド径 $D_1$ は、単一モードファイバの元々のモードフィールド径である10 $\mu$ mのままであり、この外端面5は凸球面状にPC（physical contact）研磨されている。

【0018】単一モードファイバからなる短尺ファイバ2の内端面4のモードフィールド径 $D_1$ を20~40 $\mu$ mとするには、短尺ファイバ2の内端面4側をマイクロバーナで加熱し、熱拡散の原理によりコアを拡大し、コア拡大部の開口数（NA）を通常の単一モードファイバの開口数0.1よりも50~70%程度小さくすればよい。これによって、内端面4のモードフィールド径 $D_1$ を20~40 $\mu$ mとすることができる。

【0019】このように内端面4の開口数が小さくなるのは、コアとクラッドの屈折率差が熱拡散により小さくなるためである。コア拡大部の開口数を0.03~0.05程度としてモードフィールド径 $D_1$ を20~40 $\mu$ mとした場合、波長100 $\mu$ mのレーザ光を用いたと仮定すると、100 $\mu$ m離れた位置での広がり、

$$D = (100 \times \tan \theta) \times 2$$

ただし、 $\theta = \sin^{-1}$ （開口数）で計算され、 $D = 6 \sim 10 \mu$ mとなる。この計算結果より、モードフィールド径 $D_1$ が20~30 $\mu$ mの単一モードファイバを用いた場合における内端面4から出射されたレーザ光の100 $\mu$ m離れた位置における光円径は26~50 $\mu$ mとなり、受光径30~50 $\mu$ mのAPDであっても十分なトレランスを得ることができる。

【0020】実際に、上記条件を満足する短尺ファイバ2を製作するには、余長分を含めた長さ20mm程度の単一モードファイバまたは定寸切断前の単一モードファイバをマイクロバーナにより加熱する。加熱範囲は10mm程度である。コア部の拡大は熱拡散の原理を利用しており、加熱温度と加熱時間により目的のモードフィールド径を得ることができる。尚、熱拡散された短尺ファイバ2の内端面4のモードフィールド径 $D_1$ の部分の屈折率は、グレーテッドインデックス型の屈折率分布を呈する。

【0021】モードフィールド径は、加熱中心から離れるに従って緩やかに小さくなり、加熱範囲外では単一モードファイバの元々のモードフィールド径となる。図1を参照して説明すると、内端面4のモードフィールド径 $D_1$ は20~40 $\mu$ m程度であり、外端面5（図2）に向かって徐々に小さくなり、外端面5部分ではモードフィールド径 $D_2$ は単一モードファイバの元々のモードフィールド径である10 $\mu$ m程度となる。尚、内端面4のモードフィールド径 $D_1$ が20~40 $\mu$ mの場合の内端面4の開口数は、前述したように0.03~0.05となる。開口数と屈折率の関係は、次式によって与えられる。

【式1】

10

20

30

40

50

$$\text{開口数(半角)} = \sin^{-1} \theta = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)} \quad (n_1 > n_2)$$

ただし、 $n_1$  : コアの屈折率  
 $n_2$  : クラッドの屈折率

【0022】次に、上記構成を有するレセプタクル式表面実装型受光モジュールの動作を説明する。

【0023】図2に示すように、光伝送路を構成する光ファイバを通じて伝送されてきた光信号（レーザ光）は、PC研磨された短尺ファイバ2の外端面5から短尺ファイバ2内に入射する。短尺ファイバ2内に入射したレーザ光は短尺ファイバ2内を伝搬し、反対側の内端面4から受光素子3の受光面8に向けて出射される。

【0024】単一モードファイバからなる短尺ファイバ2の内端面4は、前述したように熱拡散によってモードフィールド径 $D_1$ が20～40 $\mu\text{m}$ 程度に拡大されているため、開口数は0.03～0.05程度であり、片側放射角が約2倍の放射光が得られる。

【0025】短尺ファイバ2の内端面4から射出された放射光は、100 $\mu\text{m}$ の距離を空間伝搬したところで6 $\mu\text{m}$ 程度広がり、光円径26～50 $\mu\text{m}$ の光スポットとなって受光径30～50 $\mu\text{m}$ のAPDの受光素子3と直接結合する。

【0026】このようにして、受光素子3に対する十分なトレランスを得ることができ、結合効率が低下することなしに、光信号を受信することができる。

【0027】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、短尺ファイバとして単一モードファイバを用いたので、受光径の小さな受光素子に対しても十分なトレランスを確保することができ、受光モジュール組立精度に起因して生ずる信頼性及び製造歩留り上の問題を生ずることのない高品質の受光モジュールを提供することができる。

【0028】請求項2記載の発明によれば、短尺ファイ

バを構成する前記単一モードファイバの前記受光素子と対向する側の内端面のモードフィールド径を熱拡散によって拡大したので、射出されるレーザ光の広がりをさらに小さくすることができ、より受光径の小さな受光素子を使用することが可能となる。

【0029】請求項3記載の発明によれば、受光素子として高速・長距離伝送に最適なAPDを用いることができるので、従来に比べてより高品質な光伝送を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかるレセプタクル式表面実装型受光モジュールの一実施例を示す要部斜視図である。

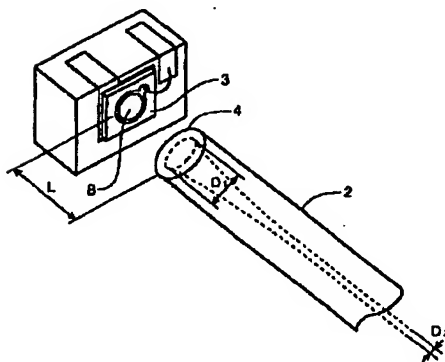
【図2】図1のレセプタクル式表面実装型受光モジュールの全体構造を示す横断面図である。

【図3】図1のレセプタクル式表面実装型受光モジュールの短尺ファイバの部分拡大図である。

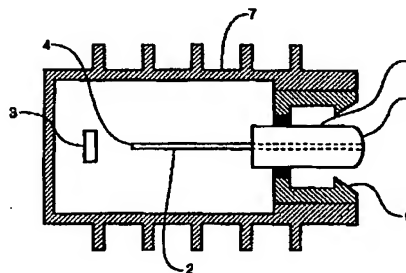
【符号の説明】

- |       |                           |
|-------|---------------------------|
| 1     | フェルルール                    |
| 2     | 短尺ファイバ（単一モードファイバ）         |
| 3     | 受光素子（APD：アバランシェ・フォトダイオード） |
| 4     | 短尺ファイバの内端面                |
| 5     | 短尺ファイバの外端面                |
| 6     | レセプタクル                    |
| 7     | 容器                        |
| 8     | 受光面                       |
| $D_1$ | 内端面側のモードフィールド径            |
| $D_2$ | 外端面側のモードフィールド径            |

【図1】



【図2】



【図3】

